

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET**

**ANJA ZORKO**

# **SKENER KAO FOTOAPARAT**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, godina 2012.



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

**ANJA ZORKO**

# **SKENER KAO FOTOAPARAT**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:  
doc. dr. sc. Maja Strgar Kurečić

Student:  
Anja Zorko

Zagreb, 2012



#### Sažetak:

Digitalna fotografija je sastavni dio naše svakodnevice. Razvojem tehnologije i sve većom upotrebom računala, digitalnu fotografiju nalazimo u svim aspektima ljudskog života. Digitalna fotografija može se izraditi digitalnim fotoaparatom, ali se dobiva i kao produkt skeniranja.

Uobičajeno je da se skener koristi kada je potrebno digitalizirati plošni tj. dvodimenzionalni objekt. Uglavnom se koristi za digitaliziranje dokumenata na papiru, bilo za potrebe pohrane ili daljnje obrade i reprodukcije, ispisa ili objave na Internetu.

No osim uobičajene upotrebe, skeneri se mogu koristiti i u kreativnoj izradi fotografija, čime se bavi ovaj rad. Skenografija je tehnika koja koristi skener kao zamjenu za fotoaparat. Skeneri se mogu koristiti za izradu fotografija malih predmeta u prirodnoj veličini ili povećanih i to u vrlo velikoj rezoluciji, a mogu se koristiti i kao jeftinija alternativa za makro fotografiju.

Budući da su skeneri predviđeni za digitaliziranje plošnih objekata, imaju vrlo malu dubinsku oštrinu i ugrađeno neizmjenjivo osvjetljenje. Izrada skena ponekad može potrajati nekoliko minuta. U odnosu na digitalnu fotografiju navedeno se može smatrati velikim nedostatkom, osim, ako se upotrijebi na kreativan način.

U praktičnom dijelu ovog rada opisuje se kako se na kreativan način upotrebljavaju prednosti i nedostaci skenera kako bi se dobile zanimljive fotografije i efekti koji se ne mogu postići klasičnim i digitalnim fotoaparatima.

#### Ključne riječi:

skener, digitalna fotografija, skenografija, skener - umjetnost

#### Summary:

Digital photography is part of our everyday life. With development of technology and increasing use of computers we can find digital photography in all aspects of our life. Digital photography can be made by using digital camera, but it is also a product of image scanner.

Usually scanners are used to digitalize flat two-dimensional objects. It's mostly used to digitalize paper documents, either for archiving or further manipulation, reproduction, and printing or for publishing on Internet.

Except for traditional uses, scanners can be used in creative photography which is the subject of this paper. Scanography is technique that uses scanner as replacement for digital camera. Scanner can be used to make photos of small objects in natural size or zoomed all of that with great resolution. Scanners can also be used as cheaper alternative for macro photography.

Since scanners are meant to be used for flat objects digitalization, they have really small depth of field and build in unchangeable source of light. Also making a scan can sometimes take more than couple of minutes. In relation to digital photography all of that can be seen as disadvantage, unless, it's used in a creative way.

Practical part of this paper describes how to use advantages and disadvantages of image scanners in order to get interesting photographs and effects that cannot be achieved by using traditional or digital camera.

#### Key words:

scanner, digital photography, scanograph / scannography, scanner - art

## ~ Sadržaj ~

1.	Uvod.....	1
2.	Teorijski dio .....	2
2.1.	Skener.....	2
2.1.1.	Vrste i upotreba skenera.....	4
2.1.2.	Građa i princip rada skenera .....	8
2.1.3.	Tehničke karakteristike skenera.....	10
2.1.3.1.	Raspoloživi načini skeniranja.....	10
2.1.3.2.	Dubina boje .....	11
2.1.3.3.	Tonska gustoća.....	12
2.1.3.4.	Rezolucija.....	12
2.1.3.5.	Brzina skeniranja.....	14
2.1.4.	Postupak skeniranja.....	15
2.1.5.	Problemi koji se mogu javiti prilikom skeniranja .....	16
2.1.5.1.	Newtonovi prsteni (eng. <i>Newton rings</i> ) .....	16
2.1.5.2.	Skenerske linije (sken-linije , eng. <i>scan lines</i> ) .....	17
2.1.5.3.	Moiré uzorak .....	18
2.1.5.4.	Nepodudaranje boja .....	19
2.1.6.	Sličnosti i razlike skenera i fotoaparata.....	20
2.2.	Skenografija .....	22
2.2.1.	Povijest skenografije .....	22
2.2.2.	Što je skenografija.....	24
2.2.3.	Tehnika izrade skenografije .....	27
3.	Eksperimentalni dio .....	31
3.1.	Metodologija rada .....	31
3.2.	Tok rada .....	31
3.3.	Korišteni uređaji i programi .....	32
3.3.1.	hp psc 1215 all-in-one.....	32
3.3.2.	Epson Stylus SX130.....	33
3.3.3.	Korišteni programi .....	33
3.4.	Istraživanje .....	34
3.4.1.	Tekstura.....	35
3.4.2.	Apstrakcija .....	37
3.4.3.	Portret, autoportret .....	38
3.4.4.	Pokret .....	39
3.4.5.	Ilustrativna skenografija.....	42
3.4.6.	Kolaž .....	45
3.4.7.	Flora .....	48
4.	Zaključak.....	50
5.	Literatura.....	51

## 1. Uvod

Skeneri, danas dostupni svakome, najefikasniji su uređaji za digitaliziranje plošnih objekata. Koristimo ih kako bi pretvorili analogne plošne objekte poput dokumenata, fotografija, fotografskih filmova ili čak i manje trodimenzionalne objekte poput kovanica, biljaka, kamenčića i školjki, u digitalni oblik. Procesom digitalizacije dobivamo digitalni zapis, digitalnu fotografiju. Kao što znamo, fotografija nije samo tehnološki proces, poznavanje svih postavki i mogućnosti uređaja s kojim radimo, već i kreativan proces, prikazivanje našeg viđenja svijeta oko nas. U tu svrhu osim fotoaparata možemo koristiti i skenere. [22]

Cilj ovog rada je prikazati kako se skener može koristiti kao zamjena za fotoaparat, za izradu kreativne fotografije korištenjem tehnike nazvane skenografija. Ovim radom nastoji se predstaviti skenografija, kao tehnika koja koristi prednosti i nedostatke skenera za izradu umjetničkih fotografija. Kroz samostalnu izradu primjera, pronaći će se najbolje postavke za skeniranje određenih motiva ovisno o njihovim karakteristikama, kao što su: transparentnost, plošnost, tekstura i sl., čime će se dati smjernice za izradu skenografija. Korištenjem nekoliko skenera prikazati će se razlike prilikom snimanja istog motiva. Očekuje se pojava određenih problema poput Newtonovih prstenova i skener linija koje se znaju pojavljivati prilikom skeniranja nečega što nije običan dokument na papiru. Ako se pojave navedeni problemi pokušati će se naći način kako ih izbjeći.

Hipoteza ovog istraživanja je da se upotrebom skenera umjesto fotoaparata mogu dobiti kvalitetne i kreativne umjetničke fotografije. Fotografije, proces izrade i rješenja mogućih problema biti će prikazani u praktičnom dijelu ovog rada, čime će se dati smjernice i prikazati način izrade skenografije, fotografije izrađene uz pomoć skenera.

## 2. Teorijski dio

### 2.1. Skener

Da bi se uspješno opisala skenografija, potrebno je prvo upoznati uređaj koji se koristi za njenu izradu, skener. Skener je periferni ulazni uređaj računala. To je uređaj koji se koristi za digitalizaciju dokumenata, fotografija, fotografskih filmova. Koristi se u svrhu arhiviranja, ponovnog ispisa, obrade, prerade ili objavljivanja na Internetu. Skener pretvara analogne podatke<sup>1</sup>, točnije svjetlosni signal koji prima, u digitalni zapis, razumljiv računalu.

Skeneri svoje postojanje duguju konceptu telefotografije, tehnologije bazirane na telegrafima (Slika 1.). To je tehnologija kojom se putem telegrafa ili telefona moglo slati slike, nešto poput fax uređaja. Sam pojam telefotografija koristi se i danas, ali kao naziv za jednu granu fotografije.



Slika 1. Belinograf BEP2V, fototelegrafski stroj, izumio Edouard Bélin, 1930.

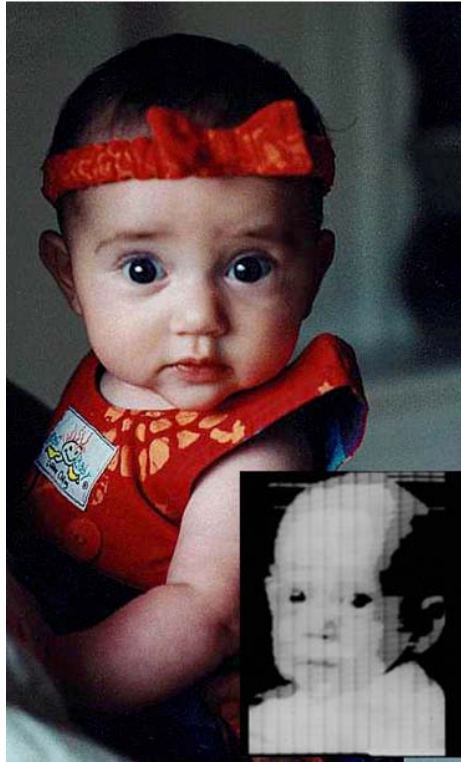
Telefotografski uređaj se sastojao od bubnja koji se okretao i jednog foto detektora. Ovi uređaji su se koristili za slanje linearnog analognog AM signala putem standardne telefonske žice do receptora, pisača, koji je istovremeno ispisivao dobivene signale. Osnovna metoda je uključivala radio ili telefonske signale različitih intenziteta kako bi se opisali različiti tonovi i boje, postepeno gradeći cijelu sliku.

Uređaj se koristio u tiskarskim tvrtkama od 1920-tih do sredine 90-tih. Slike u boji procesirane su za svaki kanal posebno, filtriranjem boja, ali to se rijetko radilo zbog visokih troškova.

---

<sup>1</sup> analogno – pridjev kojim se opisuje uređaj ili sustav koji pojave što mijenjaju vrijednost prikazuje kao neprekidno promjenjive (varijabilne) fizičke veličine. Tipičan analogni uređaj je sat s kazaljka. Takvim satom se može prikazati svaki dio dana. Nasuprot tome, digitalni sat može prikazati konačan skup vremenskih jedinica. Ljudi svijet doživljavaju analogno, pa je tako, primjerice, vid analognog iskustva zato što ljudi opažaju neograničen broj oblika i boja. [1]





Slika 2. Otac i kćer [2]

Prvi skener, koji je bio rotacioni tip, razvijen je 1957. u američkom „National Bureau of Standards“. Razvio ga je tim koji je vodio Russel Kirsch. Prva uspješna fotorealistična skenirana fotografija, bila je fotografija Kirscheva sina. Bila je veličine 5 puta 5 centimetara, a rezolucija je bila 176 piksela. 40 godina nakon prvog skena fotografije, Kirshev sin slika desno dolje na slici 2., skenirao je svoju kćer, odnos kapaciteta potrebnog za pohranu bio je 1400:1.

Skeneri su se na tržištu pojavili 1980-tih iako su rezolucije prvih uređaja ostale vrlo male do kasnih 90-tih. Od razvoja prvog skenera, skeneri se progresivno razvijaju i postaju sve dostupniji. Nije neuobičajeno naći ih u gotovo svakom domu koji ima osobno računalo. Osim „kućnih skenera“ danas imamo i mnoge druge vrste, pa čak i 3D skenere kojima možemo skenirati trodimenzionalne objekte.

### 2.1.1. Vrste i upotreba skenera

Skenere možemo podijeliti prema vrsti, upotrebi, cjenovnom rangu, ili prema karakteristikama. Uobičajena podjela je prema vrsti, pa tako imamo ručne, plošne, rotacione, reprografske i 3D skenere. Svi ti skeneri skeniraju samo pojedinačne objekte pa stoga pripadaju u skupinu koračnih skenera. Druga skupina su protočni skeneri, koji su automatizirani. Principi rada su isti i za koračne i protočne, samo što su protočni automatizirani. Protočni skeneri imaju mogućnost izmjenjivanja građe koja se skenira, znači da sami listaju knjigu ili provlače dokumente, slično kao fax ili fotokopirni uređaj. Koračni skeneri uz određenu dodatnu opremu mogu postati protočni. [14, 15]

Prva uloga skenera je digitalizacija dokumenata i u tome su protočni skeneri najučinkovitiji. Njihova bitna karakteristika, osim samostalne izmjene dokumenata, je brzina. Protočni skeneri mogu obraditi nekoliko desetaka pa do nekoliko stotina dokumenata u minuti. Neki čak imaju mogućnost obostranog skeniranja, što ih čini još bržima. Protočni skeneri vrlo su efikasni za brzo digitaliziranje većeg broja dokumenata. Često su spojeni s programom za optičko prepoznavanje znakova (eng. OCR, *Optical Character Recognition*). Pomoću tog programa prepoznaju se znakovi, skenirani tekst, koji se pretvara u tekst podoban za naknadne obrade, preoblikovanje, pisanje, brisanje, odnosno, u tekst podoban za oblikovanje u nekom od računalnih programa za obradu teksta.



Slika 3. Plošni skener

Prva asocijacija na spomen riječi skener, je **plošni ili stolni skener** (Slika 3.), danas najraširenija i najdostupnija vrsta skenera. Najčešći su plošni skeneri A4 formata, dakle 21 mm puta 29,7 mm, čija je radna površina redovito nešto veća, Letter format. Osim A4 možemo naći i veće formate, A3 i veće, ali ti su znatno skuplji i nalazimo ih samo u tvrtkama koje se bave dizajnom, grafičkom strukom ili sličnim.



Slika 4. All-in-one plošni skener i printer tvrtke Epson

Plošni skeneri često dolaze kao uređaji sve u jednom (eng. *all-in-one*) (Slika 4.). Kombinacija skenera i pisača, a često i faks uređaja. To ih istovremeno čini i uređajima neovisnim o računalu koji se mogu koristiti kao fotokopirni strojevi u boji. Plošni skeneri uspješno skeniraju sve vrste dvodimenzionalnih plosnatih predmeta: dokumente, fotografije, crteže i grafike, knjige, umjetnička djela te blago trodimenzionalne predmete poput novčića, nakita, botaničkih uzoraka i drugo.[3] Plošni skeneri mogu se pretvoriti u protočne dodatnom opremom. Također ako je uređaj reflektivni, dodatnom opremom može skenirati transparentne predloške, filmove, ali kvaliteta neće biti kao kod skenera za filmove koji su specifično rađeni za transmisijsko skeniranje mikrooblika.



Slika 5. Ručni bežični skener

**Ručni skeneri** (Slika 5.) su skeneri malog formata koji se ručno pomiču po objektu koji želimo skenirati. Praktični su jer zauzimaju malo prostora, ali je njihova rezolucija znatno manja od drugih vrsta skenera. Također prilikom skeniranja ručnim skenerom, skener je potrebno polako i ujednačeno pomicati, što može biti problem. Prvi ručni skeneri su s računalom bili spojeni žicom, a danas su se razvili u bežične uređaje, koji mogu imati i internu memoriju i nositi se posvuda kao olovke. U ručne skenere možemo ubrojiti i barkod uređaje za skeniranje u dućanima, oni su opremljeni posebnom vrstom senzora i spojeni s programom koji služi za prepoznavanje barkoda.



Slika 6. Skener rotacijskog tipa

**Rotacijski ili bubanj skener** (eng. *drum scanner*) je bila prva razvijena vrsta skenera. Ovi skeneri su povećih dimenzija i cijene, pa ih uglavnom rabe samo profesionalni studiji za digitalizaciju. Predložak koji se skenira je pričvršćen na cilindar ili bubanj koji se okreće oko središnjeg mehanizma (Slika 6.). Svakim prolazom sken postaje sve finiji, što rezultira visokokvalitetnom slikom. Nedostatak ovih skenera je da mogu skenirati isključivo građu koja se nalazi na zasebnim, savitljivim listovima ili filmovima. Rotacijski skeneri još i danas imaju najveću rezoluciju skeniranja, ali zbog svoje veličine, cijene, i posebnog načina upotrebe nisu u široj upotrebi. A kako se razvijaju i napreduju plošni skeneri, rotacijski se sve rjeđe koriste.



Slika 7. Reprografski skener

**Reprografski skeneri** namijenjeni su digitalizaciji gradiva velikog formata. Oni se sastoje od prostrane podloge, na koju se smješta gradivo prilikom digitalizacije, dvaju bočnih elemenata za osvjetljavanje gradiva, kako bi se uklonile moguće sjene i izbjegli odbljesci reflektirajućih dijelova gradiva, te digitalne glave za snimanje (na to mjesto je moguće postaviti i digitalni fotoaparata), koji se nalazi visoko iznad podloge i usmjeren je na nju. Ovi su skeneri vrlo praktični za digitalizaciju gradiva velikog formata ili, pak gradiva koje je iz praktičnih razloga nemoguće skenirati drugačije, primjerice uokvirene umjetničke slike i slično.[3, 14] (Slika 7.)

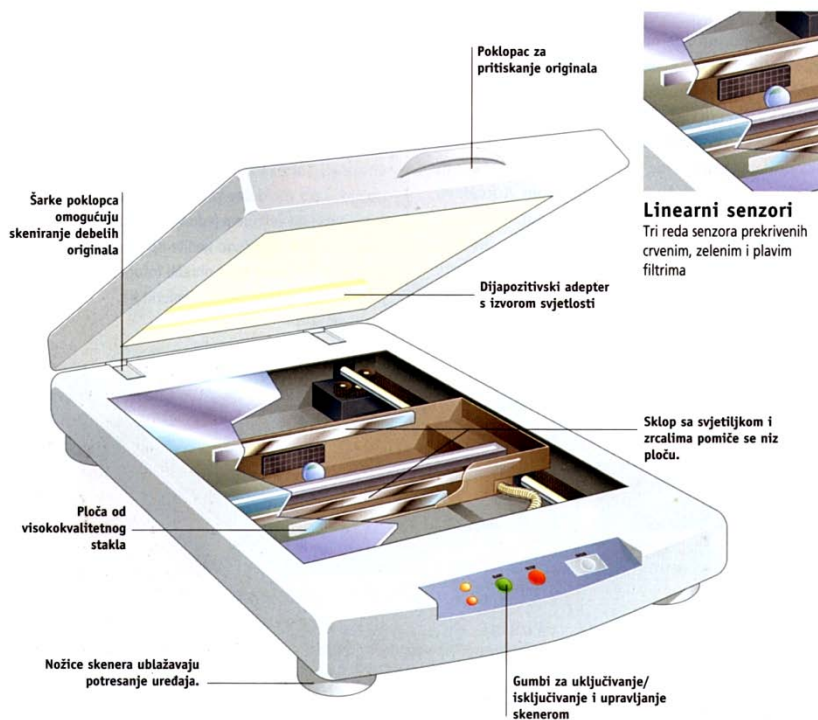


Slika 8. Ručni 3D skener

Najnovija vrsta skenera su **3D skeneri** (Slika 8.). Oni nam omogućuju digitalizaciju trodimenzionalnih objekata i koriste se u različite svrhe: u industrijskom dizajnu, izradi prototipova, dokumentaciji kulturne baštine, za modeliranje i ocrtavanje lokaliteta. 3D skeneri mogu biti stacionarni, za skeniranje objekata koji se smještaju u njihovo radno područje, ili prijenosni, za skeniranje na terenu. Tehnologija 3D skeniranja relativno je nova i još uvijek je znatno skupa.

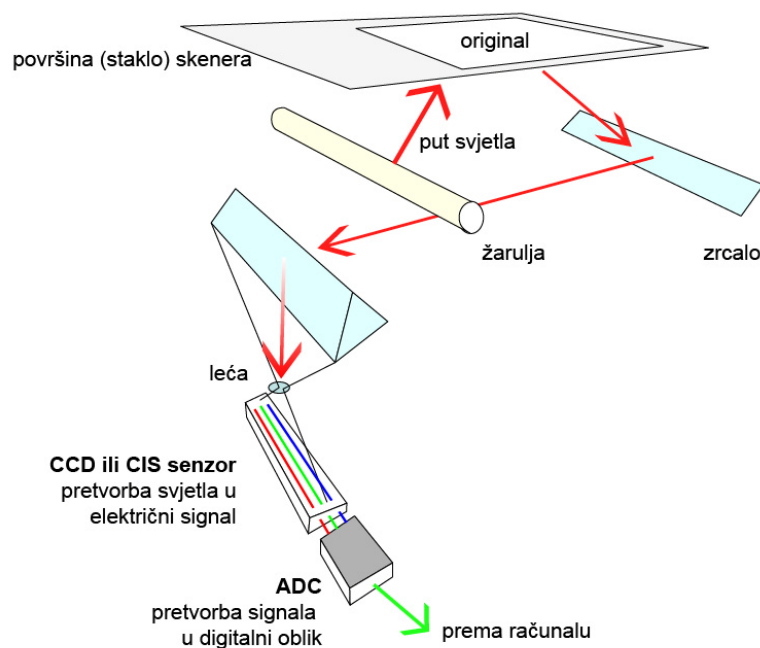
### 2.1.2. Građa i princip rada skenera

Princip rada svih vrsta skenera je sličan, pa će se u nastavku spominjati samo najraširenija vrsta, plošni skener. Princip rada skenera sličan je radu digitalnih fotoaparata, oba imaju senzore koji različita očitavanja svjetline pretvaraju u električne signale. Ključna razlika među njima je u činjenici da skeneri imaju vlastiti izvor svjetlosti za osvjetljavanje objekta.[4]



Slika 9. Presjek građe skenera [4]

Najčešće susrećemo plošne, stolne skenere veličine povećé kutije koja odgovara nešto većem formatu od formata papira A4. Skener je građen od kućišta, poklopca s bijelom ili crnom podlogom za što bolju refleksiju, ili poklopca u koji je ugrađeno svjetlo za transmisijsko snimanje (Slika 9.). Površina skenera je staklena ploča na koju se postavlja građa koju želimo skenirati. U kućištu skenera se duž cijele širine staklene ploče nalazi izvor svjetla (za refleksijske skenere), te optički sustav sastavljen od leća i zrcala koji pomažu usmjeravanju svjetlosti prema senzoru. O optičkim elementima skenera ovisi njegova kakvoća. Za razliku od digitalnih fotoaparata optički sustav skenera je nepromjenjiv, fiksni, što znači da se ne može mijenjati dubinska oština.



Slika 10. Skica principa rada glave skenera

Reflektirana svjetlost putem optičkog sustava, zrcala i leća, dolazi do senzora koji stvaraju električni signal. Taj električni signal se tada posebnim sustavom pretvara u digitalnu informaciju i šalje dalje u računalu (Slika 10.). Senzori kod skenera mogu biti CCD (eng. *Charge Coupled Device*, nabojski vezani uređaj) ili CIS (eng. *Contact Image Sensor*, kontaktni slikovni senzor). [19]

Skeneri s CCD senzorom uglavnom su skuplji. CCD je tehnologija koja se koristi i u digitalnim fotoaparatima. Prednosti CCD senzora su veliki raspon boje, velika rezolucija bez promjene boje zahvaljujući pravim RGB pikselima, nešto veća dubinska oštrina, i brzina zbog male veličine čipa. Nedostaci ove tehnologije su česta potreba za kalibracijom, geometrijska distorzija ako se ne kalibrira redovito i činjenica da su visoko kvalitetne optičke komponente skupe.

CIS tehnologija ima senzore i LED izvor svjetla postavljene vrlo blizu objekta skeniranja, što omogućuje izradu vrlo malenih skenerskih uređaja, koji su jeftiniji od skenera s CCD senzorom. Prednosti CIS tehnologije je još i stabilan iluminacijski sustav, koji treba jako malo kalibracije i gotovo se ne zagrijava (LED žaruljice). Nedostaci pak su nešto manji raspon boje, ograničena dubinska oštrina i to što je realna rezolucija uglavnom znatno manja od navedene. Kod skenera ove tehnologije može

doći do nerealne boje zbog LED izvora svjetla, koji se zapravo sastoji od tri žarulje, zelene, crvene i plave, koje se izmjenjuju. Zbog toga često dolazi i do pojave trobojnih rubova na crnim ili bijelim elementima skeniranog dokumenta.

CCD senzori se koriste u skenerima velikog formata, koji su ujedno i skuplji, dok su za skenere manjeg formata, i skenere za svakodnevnu, kućnu upotrebu, dovoljni i CIS senzori. [25]

### **2.1.3. Tehničke karakteristike skenera**

#### **2.1.3.1. Raspoloživi načini skeniranja**

Ovisno o predlošku, prije skeniranja moramo odabrati način skeniranja. Načini skeniranja koje nude današnji skeneri su: jednotonski, siva skala i puna boja. [5]

Jednotonski način (eng. *Lineart* ili eng. *Black&White*) skeniranja koristi se za tekstualne i jednostavne materijale u kojima nema boje i uglavnom su crno bijeli, kao što su tekstovi, jednobojni crteži i dijagrami i sl. Ovim načinom dobiva se doslovno crno-bijela fotografija, bez sive, bez tonских prijelaza. Ovaj način skeniranja je najbrži i dobivene fotografije zauzimaju najmanje prostora.

Siva skala (eng. *Grayscale*) je način skeniranja koji se koristi kada želimo dobiti fotografiju cijelog raspona svjetline, tonske prijelaze, od crnog preko sivog do bijele. Ovim načinom mogu se skenirati i tekstualni predlošci čime se dobiva točnija informacija od jednotonskog načina skeniranja. Siva skala način skeniranja je dovoljan za skeniranje crno-bijelih fotografija.

Puna boja (eng. *Color*) je način skeniranja u kojem se pohranjuju sve informacije o slici, cijeli raspon svjetline i informacija o boji. Ovo je najsporiji način skeniranja, ali daje najtočniju informaciju o skeniranom predlošku. Koristi se za skeniranje fotografija, crteža u boji, trodimenzionalnih objekata.



### 2.1.3.2. Dubina boje

Drugi važan pojam je dubina boje, broj bita po kanalu. Računalo može obrađivati samo digitalne podatke, odnosno radi samo s brojevima, nulama i jedinicama. Zato sliku moramo pretvoriti u brojeve, što se radi digitalizacijom. Slika se podijeli na točke i zatim se svaka točka osvijetli i odbijeno svjetlo se usmjerava prema senzoru koji primljenu informaciju pretvara u električni signal. Tada se električni signal pretvara u digitalni zapis. A/D pretvornik pretvara analogni električni signal u rasponu od  $V_{\min}$  do  $V_{\max}$  u brojeve od 0 do  $2^{n-1}$ , gdje je  $n$  broj bita. Npr. 4-bitni A/D pretvornik pretvara ulazni napon od 0 do 1 V u brojeve od 0 do 15. To znači da će se cjelokupni raspon svjetlosti od crnog do bijelog prikazati s 16 nijansi. [7]

Dubina boje se odnosi na broj bita kojima je opisana informacija o boji jednog piksela. Što više bitova imamo to će preciznija biti informacija o stvarnom intenzitetu svjetla, moći će se prikazati veći broj tonova i prikaz boje će biti točniji. Boja piksela na slici s dubinom boje od 1 bita može imati samo dvije vrijednosti, crnu ili bijelu. Boja piksela na slici s dubinom boje od 8 bitova može imati jednu od mogućih 256 vrijednosti ( $2^8=256$ ), odnosno vrijednost od 0 do 255. Na tabeli 1. se može vidjeti odnos dubine bita i broja nijansi za neke od vrijednosti. O razlučivosti i broju boja (odnosno bita) ovisit će količina memorije koju će zauzimati slika.

Tabela 1. Odnos dubine bita i broja nijansi

Dubina (n)	Broj nijansi ( $2^n$ )	Objašnjenje
1 bit	2	1 binarna znamenka, 2 moguće kombinacije, 1 ili 0, tj. bijelo ili crno
2 bita	4	2 binarne znamenke, 4 moguće kombinacije, crno, tamno sivo, svjetlo sivo, bijelo
4 bita	16	3 binarne znamenke, 8 mogućih kombinacija
8 bita	256	8 binarnih znamenki, 256 mogućih kombinacija
16 bita	65 536	16 binarnih znamenki, 65 536 mogućih kombinacija
24 bita	16 777 216	24 binarne znamenke, 16 777 216 mogućih kombinacija

### **2.1.3.3. Tonska gustoća**

Uz fotografije se veže i pojam tonska gustoća ili dinamički raspon. U slikama koje se dobiju skeniranjem to se odnosi na vjernost boje i kontrast slike, a izražava se brojčano. Što je dinamički raspon veći, to su veći kontrast i dubina boje. Dinamički raspon pokazuje sposobnost uređaja da bilježi razlike između tamnih i svijetlih tonova, tj. sposobnost izvlačenja detalja iz područja sjene u slikama. Uobičajeni plošni skeneri imaju dinamički raspon oko 2,4, što odgovara nižoj kvaliteti skeniranja. Kvalitetniji skeneri imaju dinamički raspon 3,0. Skeneri za film i mikrooblike obično imaju veći dinamički raspon, a rotacijski skeneri dostižu vrijednosti do 3,8. [3]

### **2.1.3.4. Rezolucija**

Veličina digitalne slike definirana je pikselima. Broj piksela je apsolutna vrijednost, ali istovremeno, pikseli mogu prikazati ograničen broj informacija. Razlog tome je što različiti uređaji – monitor, printer, skener – različito prikazuju piksele. To je razlog što je, u većini slučajeva, apsolutni broj piksela u odnosu s linearnom dimenzijom, poput inča (na primjer, 300 piksela po inču). Ove relativne vrijednosti variraju ovisno o uređaju. Velika je razlika ako je slika prikazana na računalnom ekranu ili otisnuta. [6]

Rezolucija, razlučivost, digitalne fotografije ugrubo se može opisati kao količina detalja slike, što je rezolucija veća, vidi se više detalja. Rezolucija je prostorna frekvencija uzimanja uzoraka iz okoline. Najčešće se mjeri točkama po inču (eng. *Dots Per Inch*, dpi) ili točkama po centimetru (eng. *Dots Per Centimeter*, dcm). Osim dpi postoje pojmovi spi (eng. *Samples Per Inch*) i ppi (eng. *Pixels Per Inch*). Ovi pojmovi se često izjednačuju i u većini programa i uređaja se koristi samo pojam dpi, iako zapravo među njima postoje razlike i svaki je predviđen za određenu upotrebu.

**SPI** (eng. *Samples Per Inch*, uzoraka po inču), označuje kvalitetu uzorkovanja. To je pojam koji bi bilo najtočnije koristiti uz skenere i skeniranje jer skener snima uzorke slike i iz toga generira piksele. Ako snimi 2000 uzoraka (jednako piksela) po inču, relativna rezolucija skeniranja biti će 2000 spi, što otprilike odgovara 787 spcm (uzoraka po centimetru). Apsolutna vrijednost skenirane slike ovisiti će o fizičkoj veličini slike i rezoluciji skeniranja.

Na primjer, ako želimo skenirati 35 mm dijapozitiv koji je veličine 24 x 36 mm. Konvertirano u centimetre to je 2,4 x 3,6 cm. Uz rezoluciju skeniranja od 787 spcm, krajnji dokument biti će 1888 piksela (2,4 x 787 spcm) puta 2833 piksela (3,6 x 787 spcm). [6]

**DPI** (eng. *Dots per inch*, točaka po inču) je vrijednost koja se koristi za ispis, tisak. Ovaj pojam se najčešće koristi i susrećemo ga ne samo na uređajima za ispis već i u mnogim programima za obradu slika i teksta, pa i u programima skenera. Prilikom odabira rezolucije skeniranja u programima za skeniranje, biramo vrijednosti ponuđene u točkama po inču. Pomoću dpi vrijednosti možemo odrediti najveću veličinu ispisa digitalne slike.

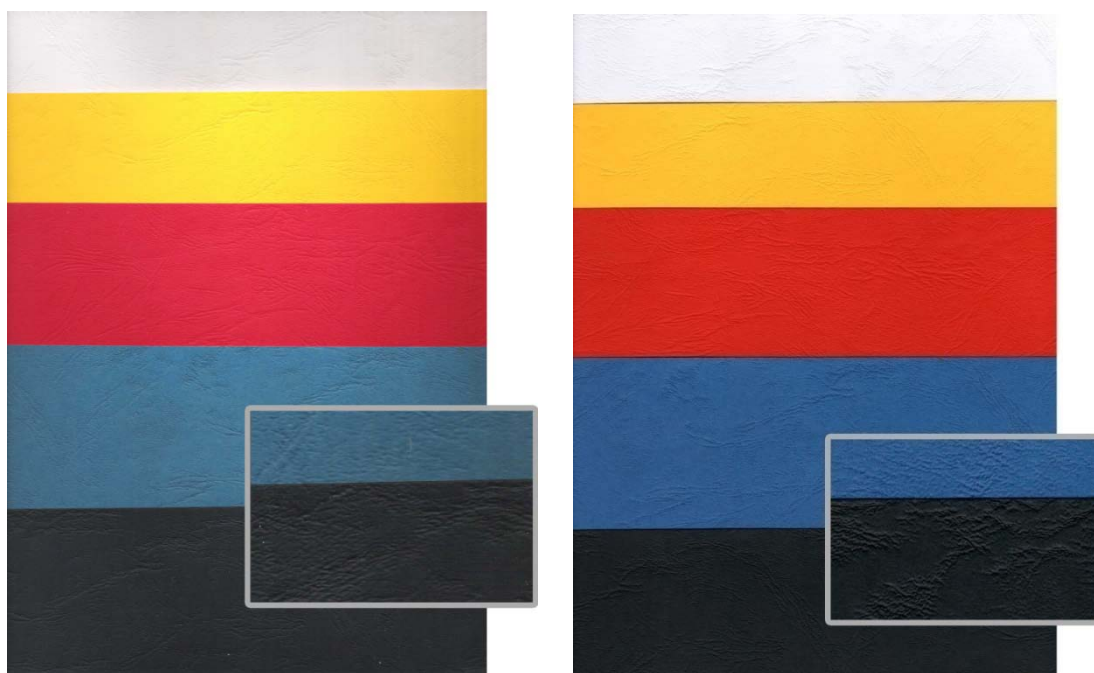
Skenirali smo 35 mm slajd koji je veličine 2,4 x 3,6 cm na rezoluciji 787 spcm. Apsolutna veličina skena je 1888 x 2833 piksela. Da bi odredili najveću moguću veličinu ispisa, moramo znati relativnu rezoluciju ispisa. U ovom slučaju to je 300 dpi, odnosno 118 dpcm, dovoljno za ispis kvalitete za časopis. 1888 piksela jednako je veličini ispisa 16 cm (1888 piksela / 118 dpcm), a 2833 piksela jednako je veličini ispisa 24 cm. Prema tome najveća veličina ispisa za sken veličine 1888 x 2833 piksela je 16 x 24 cm. [6]

**PPI** (eng. *Pixels Per Inch*, piksela po inču) je izlazna vrijednost računalnog ekrana. Uobičajene vrijednosti za rezoluciju ekrana su 72 ili 96 ppi, ali to može varirati jer nema fiksnog standarda za rezoluciju ekrana. Relativna vrijednost monitora je ugrubo oko trećinu rezolucije ispisa. Ako usporedimo 300 spi ispis s 96 ppi ekranom, otkriti ćemo da je slika na ekranu oko tri puta veća od one u ispisu. [6]

Rezolucija skeniranja se može podesiti u programu. Često je iskušenje uvijek koristiti najviše, što se smatra najboljim, ali može dovesti do nepotrebnog zauzimanja prostora, u ovom slučaju memorije računala. Rezoluciju skeniranja, kao i kod klasične fotografije, pripreme fotografija za tisak u grafičkoj industriji ili pripreme u web dizajnu, treba prilagoditi potrebama. Nije potrebno koristiti najveću moguću rezoluciju ako ćemo tu fotografiju koristiti samo za objavu na Internetu.

Vizualna kvaliteta fotografije može, unatoč rezoluciji, znatno varirati ovisno o uređaju i algoritmima samog uređaja. Na slici 11. se vidi primjer usporedbe dva ista motiva skenirana na dva uređaja (Hp i Epson). Oba skena su postavljena na skeniranje u punoj boji, rezolucija 600 dpi, bez dodatnih opcija podešavanja i bez naknadne obrade.

Jasno se vidi razlika u boji i kvaliteti svake od fotografija. Fotografija dobivena Epson skenerom daje mnogo više detalja i realniji prikaz boje.



Slika 11. Lijevo sken izrađen na Hp uređaju, desno Epson

Prilikom korištenja skenera je važno razumjeti i razliku između optičke i interpolirane razlučivosti. Ta ista razlika pojavljuje se i kod digitalnih fotoaparata i digitalnih video kamera u kontekstu optičkog tj. digitalnog povećanja. Optička rezolucija je rezolucija kojom skener uzorkuje original, to je najveća rezolucija koja se može postići korištenjem optičkog sustava uređaja. Najčešće se razlikuje od najveće rezolucije navedene u specifikacijama uređaja. Navedena najveća rezolucija je zapravo interpolirana, dobivena digitalnim dodavanjem piksela, kao digitalni zoom kod fotoaparata.

#### **2.1.3.5. Brzina skeniranja**

Brzina skeniranja navedena u specifikacijama uređaja zapravo je podatak o brzini rada mehaničkih elemenata skenera, brzini pomicanja glave skenera. Većina proizvođača tu vrijednost navodi u centimetrima po sekundi. Na stvarno vrijeme skeniranja utječu i priprema, pretpregled, brzina prijenosa podataka između skenera i računala, rezolucija, korisničko sučelje itd.

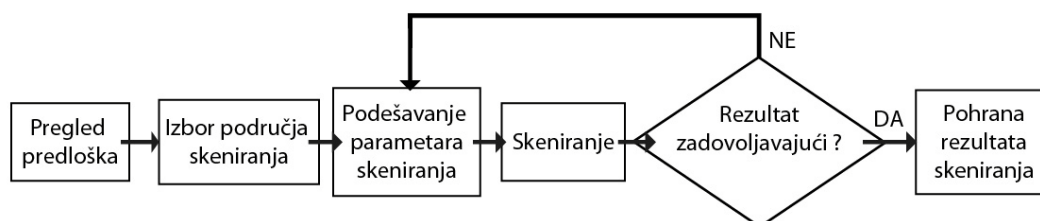
#### 2.1.4. Postupak skeniranja

Postupak skeniranja mogao bi se razdijeliti u tri glavna koraka: priprema za skeniranje, skeniranje i spremanje.

Prilikom pripreme za skeniranje prikuplja se građa i određuje koja je namjena skeniranja. Sukladno namjeni skena određuju se same postavke za skeniranje. Nakon što je građa prikupljena i određena namjena treba pripremiti skener. Prije svakog skeniranja je dobro očistiti radnu površinu skenera, jer će se sva nečistoća vidjeti na krajnjoj fotografiji, a ako nečistoća nema uštedjeli smo vrijeme koje bi nam bilo potrebno za naknadno čišćenje skenirane slike. Originali se postavljaju na čisto staklo skenera i pritišću poklopcem, ako original nije moguće spljoštiti može se prekriti kutijom s bijelom unutrašnjosti ili bijelom tkaninom (ako želimo bijelu pozadinu) kako bi se dobio što čišći snimak. [21]

Gotovo svi programi za skeniranje nude mnoge opcije za namještanje i omogućuju izradu pretpregleda. Pretpregled je nešto kao brzi sken koji nam služi za provjeru jesmo li dobro postavili original, pretpregled je niže rezolucije radi uštede vremena. Korištenjem pretpregleda možemo se poigrati opcijama za podešavanje svjetline, kontrasta, čišćenje nečistoća i drugim, koje nude programi za skeniranje. Nakon što smo zadovoljni pretpregledom i odabrali smo željenu rezoluciju (koja je prilagođena krajnjoj namjeni predloška koji digitaliziramo) možemo pokrenuti samo skeniranje.

Brzina skeniranja ovisiti će o samoj kvaliteti skenera, načinu skeniranja koji smo odabrali i rezoluciji, što veću rezoluciju odaberemo, to će skeniranje biti sporije. Kada je skeniranje gotovo program nas upita pod kojim imenom i gdje želimo spremiti dobivenu datoteku. U nekim programima se može unaprijed zadati određena mapa na računalu u koju će svaki puta smjestiti skenirani dokument, što nam može uštedjeti dosta vremena. Proces postupka skeniranja može se vidjeti na slici 12.



Slika 12. Dijagram toka postupka skeniranja

## 2.1.5. Problemi koji se mogu javiti prilikom skeniranja

### 2.1.5.1. Newtonovi prsteni (eng. Newton rings)



Slika 13. Pojava Newtonovog prstena na skeniranoj fotografiji

Newtonovi prsteni su koncentrični tamni i svijetli prsteni spektralnih ili neutralnih boja koji se pojavljuju pri dodiru ravne površine s ne potpuno ravnom površinom (Slika 13.). Do pojave tih prstenova dolazi zbog različitog loma svjetlosti na površini, oko i između objekta i stakla skenera. Često se pojavljuju kod skeniranja fotografskih filmova, ako se stavljaju direktno na staklo, jer se tada između stakla i filma stvori sloj zraka koji djeluje kao uljna prevlaka kakva se može vidjeti na površini ceste, a to uzrokuje lom svjetlosti u uzorak duginih boja, odnosno, Newtonove prstene. Zato skeneri predviđeni za skeniranje fotografskih filmova imaju dodatna pomagala, držače, koji osiguravaju da film nije u direktnom dodiru sa staklom, čime se eliminira efekt prstenova.

Za druge objekte kod kojih se javlja ovaj efekt, na primjer ispoliran kamen, može se koristiti „anti-Newtonov prsten staklo“. Takvo staklo ima blago hrapavu površinu koja rasipa svjetlo između površina. Anti-Newton staklo sprječava pojavu Newtonovih prstenova, ali smanjuje kvalitetu fotografije, jer je hrapavo, dobiva se efekt smrznutog stakla. Neki skeneri omogućuju promjenu stakla kako bi se mogao izbjeći efekt Newtonovih prstenova i zadržati kvaliteta prilikom skeniranja drugih predložaka. [20]

Osim posebnog stakla, Newtonovi prstenovi se mogu izbjeći korištenjem „fluid-mount“ skenera (u doslovnom prijevodu „tekući okov“). Taj dodatak za skenere je zapravo držač koji pomoću tekućine omogućuje savršeno prijanjanje, eliminira zračne jastuke između površine i objekta koji se skenira.

#### **2.1.5.2. Skenerske linije (sken-linije , eng. scan lines )**



Slika 14. Skenirano s otvorenim poklopcem, senzor je registrirao okolno svjetlo i nastale su neželjene linije

Skenerska linija je pojam koji se uglavnom koristi za opisivanje linija koje se pojavljuju na video materijalu, iako on zapravo nema veze sa skeniranjem slika. Prilikom skeniranja sken linije su linije koje uglavnom nastaju kada se objekti skeniraju s otvorenim poklopcem, ili nisu u potpunom dodiru s površinom (Slika 14.). Nastaju kada ima okolnog svjetla, ovisno o građi skenera i senzora, mogu biti horizontalne ili vertikalne. Ako se skenira u potpunom mraku ne bi se smjele pojaviti sken-linije.



### 2.1.5.3. Moiré uzorak



Slika 15. Neželjeni uzorak na nekim dijelovima skeniranih novina

Moiré je pojam koji se najčešće veže uz tiskane materijale. To je efekt koji sastaje kada dva signala interferiraju pri čemu nastaje nepostojeća struktura, uzorak. Prilikom skeniranja tiskanih materijala nastaje kada dolazi do sukoba između pravilnog uzorka rasterskih točkica na tiskanoj stranici i pravilnog rasterskog uzorka skenera (Slika 15.). Može nastati i prilikom skeniranja bilo kojeg uzorka, ako dođe do interferencije s uzorkom uzorkovanja skenera.

Skeniranjem tiskanih materijala na dovoljno velikoj rezoluciji vide se svi elementi koji čine tiskani materijal, odnosno točkice tinte od kojih je načinjena slika. Kada se skenira na manjim rezolucijama, ili na lošijem skeneru, najčešće ne dolazi do ovog efekta, ali tada je i manja kvaliteta sveukupnog skena.

Osim promjenom rezolucije ovaj efekt se ponekad može izbjeći čak i malom promjenom kuta, malo zarotiramo predložak na skeneru. Također neki programi nude filtre za uklanjanje koji više ili manje uspješno rješavaju problem moiréa, ali često se gube detalji. Noviji programi skenera imaju opciju „Desccreening“ koja je često dovoljna za rješavanje moiréa.

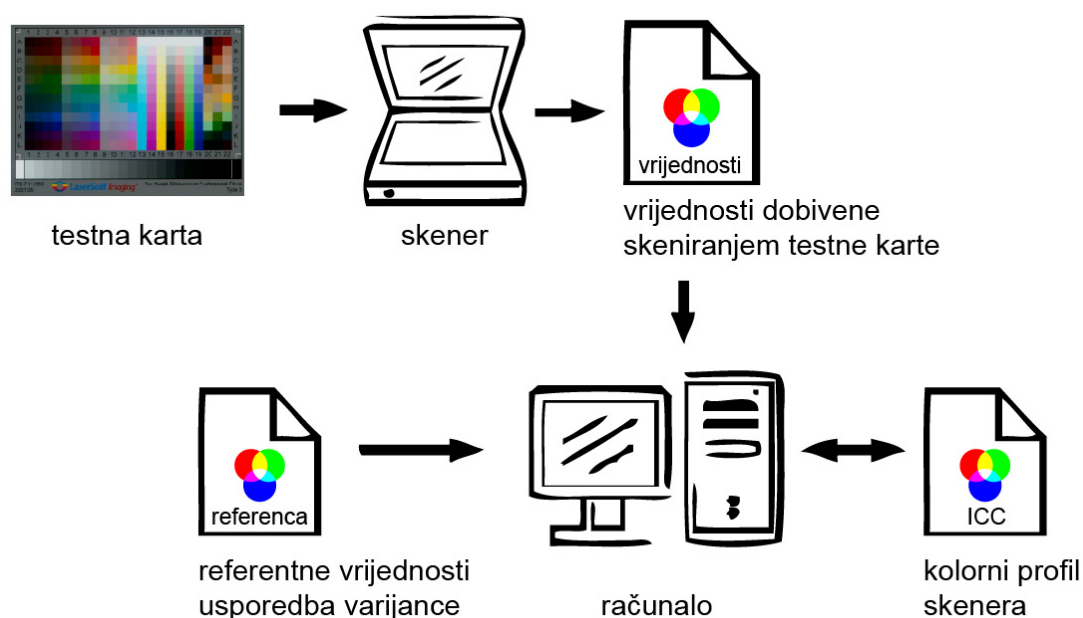
Osim automatskih rješenja, moiré uzorka se možemo riješiti doradom fotografije u programu za obradu slika, recimo Photoshop. Korištenjem raznih filtera i efekata potrebno je pronaći najefektniji način za neutraliziranje moiréa, a da se zadrži kvaliteta i detalji. Te postavke ovise o svakom pojedinom skeniranom predlošku i o skeneru kojim se skenira.



#### 2.1.5.4. Nepodudaranje boja

Budući da svaki uređaj prikazuje ili prima informacije o boji na poseban način i ima svoj prostor boja, često može doći do nepodudaranja boja između originala, zaslona monitora i kasnije ispisa. Prostor boja uređaja ovisi o načinu na koji tinte, boje, pigmenti, svjetlo, filtri i drugi materijali i metode za reprodukciju boje stvaraju boju. Niti jedan od ovih sustava ne može se u potpunosti podudarati s drugim. Npr., čak i dva ista modela monitora istog proizvođača neće prikazivati apsolutno istu boju. [8]

Kako bi se barem donekle riješio ovaj problem potrebna je kalibracija (Slika 16.), postupak ujednačavanje prikaza boja na svim uređajima koji se koriste. Jednostavna i jeftina, ali jako neprecizna i nepouzdana metoda je vizualna kalibracija. Znatno pouzdanija, ali i skuplja metoda je pomoću uređaja za kalibraciju, kolorimetra.



Slika 16. Dijagram toka kalibracije skenera

### 2.1.6. Sličnosti i razlike skenera i fotoaparata

Skeneri i fotoaparati dva su slična, ali bitno različita uređaja iste namjene, digitaliziranje analognog svijeta. Dok su fotoaparati od najmanjih do najvećih prenosivi, skeneri to uglavnom nisu (Slika 17.). Potpuno prenosivi, bežični skeneri su tek nedavno postali široko dostupni. Ti skeneri su malih dimenzija i često izgledaju kao velika, debela olovka. Klasični pojam skenera je uređaj koji se nalazi na stolu uz računalo, ili oni većeg formata samostojeći uz radni stol s računalom.

Da bi koristili skener uvijek moramo imati računalo i pokretački program, osim ako se skener koristi kao fotokopirni uređaj, što nude all-in-one uređaji. Za razliku od skenera, fotoaparati čak i ne trebaju računalo, osim za pohranu i dodatnu obradu ili pregledavanje. S memorijskom karticom fotoaparata možemo izravno otići u fotostudio i izraditi svoje fotografije, što nije moguće sa skenerom.

Što se tiče samog snimanja fotografija, korištenje fotoaparata nudi mnogo više opcija. Prilikom fotografiranja, profesionalnim fotoaparatom, potrebno je podesiti ekspoziciju, osjetljivost na svjetlo (ISO), dubinsku oštrinu, rezoluciju, koristiti odgovarajući objektiv. Amaterski fotoaparati nešto su manje zahtjevni, ali također nude mnogo opcija za podešavanje ili biranje, u obliku gotovih modova predviđenih za pojedine motive.



Slika 17. Lijevo skener sa dodatkom za skeniranje filmova, desno digitalni fotoaparat

Skeneri za razliku od fotoaparata ne mogu prilagođavati dubinsku oštrinu, budući da je ona ovisna o sustavu leća. U pravilu skeneri, kod kojih je bitno da oštro bude ono što je prislonjeno na samo staklo, imaju vrlo malu dubinsku oštrinu. To im omogućava dobivanje iznimno oštre, čiste slike onoga što se nalazi na samom staklu skenera, a sve

što se nalazi više (udaljenije) ispada mutno. Nije pravilo, ali stariji skeneri i samostalni skeneri, te oni skuplji koji imaju CCD senzor, mogu imati veću dubinsku oštrinu od komercijalno najdostupnijih all-in-one uređaja.

Osvjetljenje kod skenera je nepromjenjivo. Kreće se ispod objekta, zajedno sa senzorom. Uloga svjetla kod skeniranja je ravnomjerno osvijetliti cijeli skenirani objekt. U fotografiji je svjetlo stalno promjenjivo, ovisi o dobu dana, možemo ga sami namjestiti, i uvijek nekako možemo utjecati na primanje svjetla fotoaparatom (ekspozicija).

Fotografiranje digitalnim fotoaparatom uz digitalnu fotografiju stvara i meta podatak u obliku EXIF datoteke. To je datoteka koja sadrži sve informacije o fotografiji; datum, ekspoziciju, dubinsku oštrinu i dr. Kod skeniranja nema EXIF datoteke, dobivamo samo osnovne informacije, datum i vrijeme skeniranja, veličinu na disku, dimenzije i rezoluciju, a te informacije se mijenjaju bilo kakvom obradom fotografije u nekom programu.

Fotografija je spontana, fotoaparat možemo svuda nositi sa sobom, dok je izrada skena sličnija tradicionalnom slikanju. Potrebno je planiranje, komponiranje, slaganje elemenata na skener, a često i dodatna obrada.

## 2.2. Skenografija

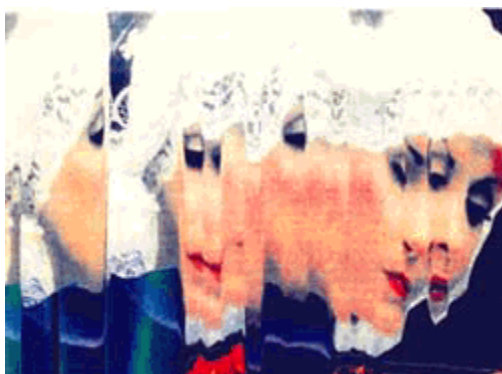
Skenografija, sken-umjetnost ili skener fotografija je proces snimanja digitalnih fotografija korištenjem stolnog skenera. Termin skenografija se prvotno koristio za medicinsko skeniranje, ali to dvoje nije povezano ni tehnikom ni svrhom. [9,16]

Proces izrade skenografije je kreativan, umjetnički izričaj i razlikuje se od klasičnog skeniranja dokumenata u tome što se koriste neuobičajeni objekti, dvodimenzionalni i trodimenzionalni.

Plošni ili stolni skener je uređaj koji se koristi za digitalno arhiviranje, kopiranje i slanje raznih dokumenata elektroničkom poštom. Ali u rukama umjetnika korištenje skenera je rezultiralo novom umjetničkom formom nazvanom skenografija.

### 2.2.1. Povijest skenografije

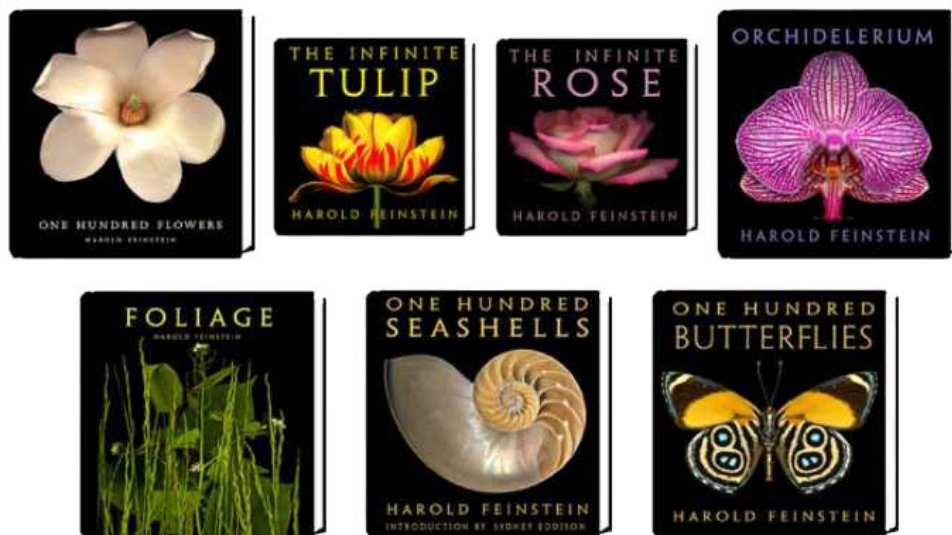
Moglo bi se reći da je skenografija započela kada je prvi puta netko slučajno fotokopirao ruku prilikom kopiranja dokumenta na fotokopirnom uređaju. Stoga se može reći da kao što je preteča skenera na neki način fotokopirni stroj, tako je i preteča skenografije fotokopirna umjetnost (eng. *copy art*). [18]



Slika 18. Sarah Jackson (Halifax): Bride's Thoughts

Kasnih 60-tih i početkom 70-tih umjetnici su koristili fotokopirni stroj kako bi snimili i ispisali fotografiju u jednom koraku. Uglavnom su na taj način izrađivali razne kolaže. Slaganjem elemenata na fotokopirni uređaj i kopiranjem istog, dobio se kolaž koji nije bilo potrebno lijepiti (i mogao se lako slati poštom). „*Copy art*“ je predstavljala vrhunac modernih tehnologija ujedinjujući tisak, mehaničku reprodukciju, elektroniku, fotografiju i digitalnu tehnologiju. Osim „*Copy art*“ ovaj pokret neki nazivaju još i Xerox umjetnost (eng. *Xerox art*), zbog korištenja Xerox fotokopirnih uređaja. Xerox fotokopiranje u boji je donijelo nove mogućnosti u ovu umjetnost (Slika 18.).

Kako su plošni skeneri 1990-ih postali dostupniji, „copy-umjetnici“ su sada mogli kupiti skenere umjesto da unajmljuju opremu i tehničare koji su bili potrebni za rad, kako je radio Darryl Curran ranih 90-tih. Od 1993. do 1997., Curran je unajmljivao studio u Nash Editions i snimao „skenograme“ objekata. Curranovi otisci irisa izloženi su u veljači 1997 na Teksaskom ”Woman’s University”.



Slika 19. Fotografije za ove knjige su izrađene tehnikom skenografije; autor: Harold Feinstein

Harold Feinsteinova serija ”Tisuću školjaka i tisuću cvjetova” sadržavala je uz klasične fotografije velikog formata i skenografije, nakon te knjige izdao je još šest knjiga u kojima su fotografije izrađene tehnikom skenografije. (Slika 19.)

Joseph Scheer skenirao je moljce i predstavio ih u izložbi ”Night Vision: The Secret Designs of Moths” (Slika 20.).



Slika 20. Joseph Scheer: Arachnis picta; 2008

Izložba iz 2008 nazvana "Skener kao fotoaparāt" (eng. "*Scanner as camera*") (Slika 21.) u Washingtonu i Lee univerzitetu u Lexingtonu, Virginia, okupila je osam umjetnika s raznih dijelova Ujedinjenih Država čiji su subjekti bili skenirane i digitalno manipulirane fotografije i crteži ptica i insekata.[10]



Slika 21. Plakat za izložbu "Skener kao fotoaparāt"

### 2.2.2. Što je skenografija

Copy-art, odnosno fotokopiranje, je ograničeno papirom i životnim vijekom papira, a prilikom svakog umnažanja se gubi na kvaliteti. Digitalna fotografija, može živjeti vječno, bez slučajne degradacije kvalitete, osim toga omogućuje i naknadne digitalne manipulacije i inkorporacije u druge digitalne dokumente. [17]

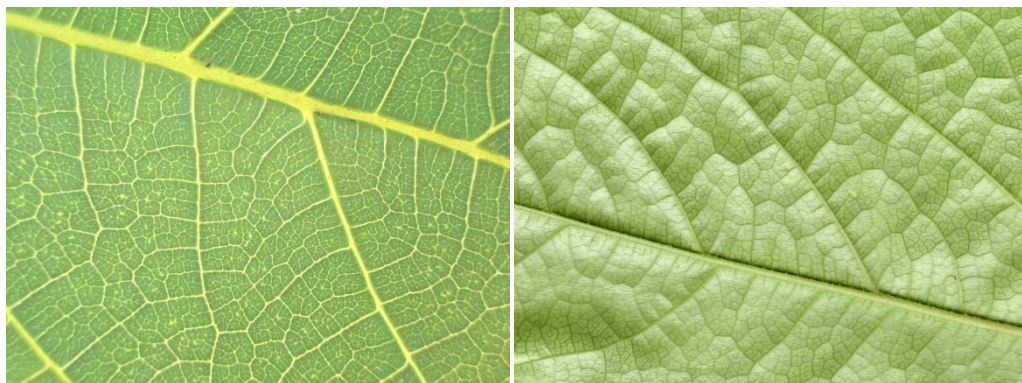
Skenografija se gotovo ne razlikuje od klasičnog skeniranja dokumenata, objekt se postavlja na skener i skenira. Osim skeniranja kolaža, koji su uglavnom bili plošni, mnogi skener-umjetnici započeli su izradu skenografija postavljanjem nekog trodimenzionalnog objekta na površinu skenera, najčešći motivi su list, cvijet, školjka, perle, vijci, kolačići, sve što se nalazi u njihovoj okolini. (Slika 22.)





Slika 22. Pierre Jarla; lijevo čokolada, desno stetoskop

Fotografiranje skenerom je jeftinija zamjena za makro fotografiju, skener zamjenjuje fotoapararat, objektiv, tronožac, pozadinu i studijsku rasvjetu, a može dati jednako kvalitetnu, ponekad i kvalitetniju fotografiju od klasične makro fotografije. Najveći problem kod izrade makro fotografije pomoću skenera predstavlja iznimno mala dubinska oština, koja je ponekad nedostatna čak i na tako finom i sitnom objektu kao što je list. Svaka žila lista ipak ima određenu dimenziju i ako je dubinska oština premala neki dijelovi lista neće biti potpuno oštri, kao što se može primijetiti na slici lijevo, slika 23.

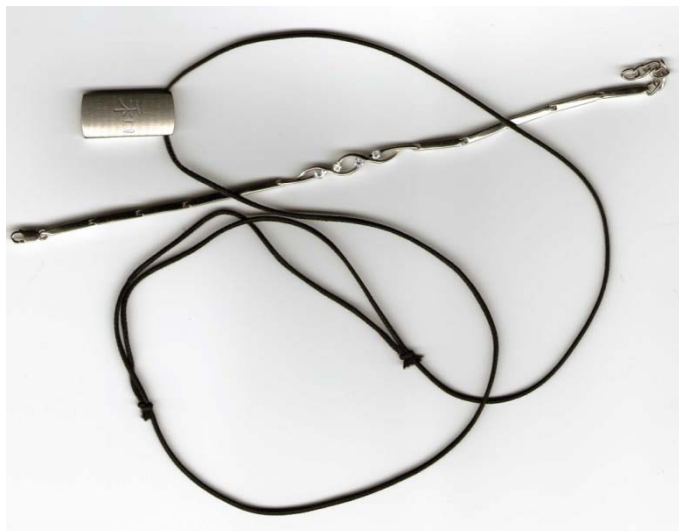


Slika 23. Lijevo makro fotografija lista, desno sken lista

Prilikom izrade skenografije treba imati na umu prednosti i nedostatke skenera, treba poznavati uređaj kojim radimo. Dubinska oština ovisi o građi skenera, pa tako skeneri s CCD senzorom ponekad mogu imati nešto veću dubinsku oštinu od onih s CIS senzorom, ali uglavnom je ona samo oko centimetar i pol. Za razliku od fotografije, kompoziciju treba gledati naopako, jer će slika zapravo biti stražnja strana

predmeta postavljenih na skener. Također kod skeniranja postoji fiksno svjetlo ugrađeno u skeneru, s jedne strane to znači da se ne moramo brinuti za rasvjetu, ali istovremeno može biti ograničavajuće.

Skenografija uključuje planiranje, komponiranje, pripremu scene koja će se skenirati. No unatoč svim pripremama, budući da se ipak radi naopako, zapravo ne znamo što ćemo točno dobiti dok ne pokrenemo sken, što dovodi do često neočekivanih, zanimljivih rezultata.



Slika 24. Sken izrađen u svrhu reklamiranja

Skeniranjem se mogu dobiti vrlo kvalitetne fotografije i za reklamne potrebe (Slika 24.). Fotografiranje malih objekata, poput nakita, najlakše je izvesti skenerom. Skenirati se mogu razni plošni i trodimenzionalni predmeti kako bi se istaknula njihova tekstura. Fotoaparatom ne možemo tako kvalitetno fotografirati teksturirani papir ili tkaninu, a da se u potpunosti vidi njihova struktura, bez odbljesaka bljeskalice. Takve fotografije tekture mogu biti samostalni uradci, prodavati se kao „stock“ fotografija ili koristiti u razne druge svrhe, poput teksturiranja trodimenzionalnih modela ili izrade digitalnih manipulacija.



### 2.2.3. Tehnika izrade skenografije

Budući da se prilikom izrade skenografije objekti smještaju izravno na površinu skenera, koja je staklena, lako može doći do oštećenja ili pucanja stakla, a tekućine bi mogle procuriti u unutrašnjost skenera. Da bi se to spriječilo poželjno je postaviti zaštitni sloj, tanko staklo ili prozirnu foliju. Još jedna mogućnost je okretanje skenera. Ako je to moguće, skener se može okrenuti naopako, tako da su objekti ispod njega, a ne na staklu skenera. Da bi ih skenirali objekti ne moraju nužno biti na samom staklu već ih se može i objesiti ili držati iznad skenera. Ovaj način je naročito pogodan za skeniranje flore, koja mnogo bolje izgleda ako nije spljoštena (Slika 25.). [23]



Slika 25. Izrada skenografije i sken cvijeta, Robert Creamer [11]

Snimanje objekta u pokretu skenerom može biti veliki problem, ili prilika za izuzetni kreativan efekt. Ako se subjekt miče tokom skeniranja duž osi po kojoj se miče glava skenera pojavljuje se distorzija jer se snimaju različiti periodi subjektova kretanja liniju po liniju, slično kao kod slit-scan fotografije<sup>2</sup> (Slika 26.).



Slika 26. Lijevo primjer slit-scan fotografije, desno autoportretna skenografija, autor Jordan Prestort

Skeniranje osoba može biti znatan problem, jer je potrebno biti potpuno miran duže vrijeme. To može biti otežavajuća okolnost jer će se svaki pomak vidjeti kao rez na fotografiji. Na svakom je pojedincu da smisli kako taj problem iskoristiti na kreativan način.

Skenografija nije općenito poznata, ali postoji određeni broj umjetnika koji se njome bave. Neki od njih su priznati umjetnici, a neki su samo amateri i kreativci. Budući da se skeniranjem dobiva digitalna fotografija, najjednostavniji način za dijeljenje i promociju je Internet, pa stoga mnogi umjetnici imaju online portfolie ili blogove i galerije. Osim samostalnih stranica umjetnika, postoje i mnoge koje se bave samom skenografijom i na taj način promoviraju ovu tehniku.

---

<sup>2</sup> U slit-scan fotografiji kameri se dodaje pokretni dijapozitiv u kojem je napravljen prorez, kombiniranje sa dugom ekspozicijom i micanjem objekta dobivaju se nadnaravne fotografije. Fotografija se ne snima odjednom već dio po dio kako se miče prorez (eng. slit). [12, 13]

Jedna od takvih stranica je i <http://www.scannography.org/> koja je vrlo kvalitetan i koristan početni korak za bilo koga tko želi isprobati skenografiju i saznati što je to (Slika 27.). Na ovoj stranici je navedeno nekoliko umjetnika koji bi se mogli nazvati današnjim predstavnicima ove tehnike, a prema njihovom načinu rada bi se moglo i podijeliti skenografiju na razne tehnike izrade.



Slika 27. Web stranica posvećena skenografiji, <http://www.scannography.org/>

Možemo izdvojiti tri različita procesa izrade skenografije. Prvi bi bio čisto skeniranje postavljenog materijala. Drugi skeniranje i dodatna obrada u obliku čišćenja dobivene fotografije. I treći skeniranje različitih elemenata sa svrhom da se oni kasnije spoje u jednu fotografiju korištenjem nekog od programa za obradu digitalnih slika.

Osim prema procesu izrade, skenografija se može podijeliti prema tematici, slično kao i fotografija, pa može biti: ilustrativna, apstraktna, sken pokreta, portreti, slikanje na skeneru (Slika 28.), životinjska ili biljna tematika.



Slika 28. Slikanje na skeneru, na skener je dodana staklena kutija sa pritiskačem pomoću koje se stabilizira tekućina

Skeniranje biljnog svijeta, osim u kreativne svrhe, može poslužiti i za izradu herbarija (Slika 29.). Mnogi botanički vrtovi izrađuju digitalne biblioteke, skeniranih biljaka. Skenovi za te potrebe bi morali pratiti određene smjernice, mora se vidjeti cijela biljka, korijen, posebno se može skenirati pupanje, plod i slično. Osim navedenog za potrebe herbarija se često uz biljku skenira i testna karta boja, kako bi se kasnije lakše rekonstruirala i provjerila realnost boje.



Slika 29. Sken za potrebe digitalne arhive, herbarij

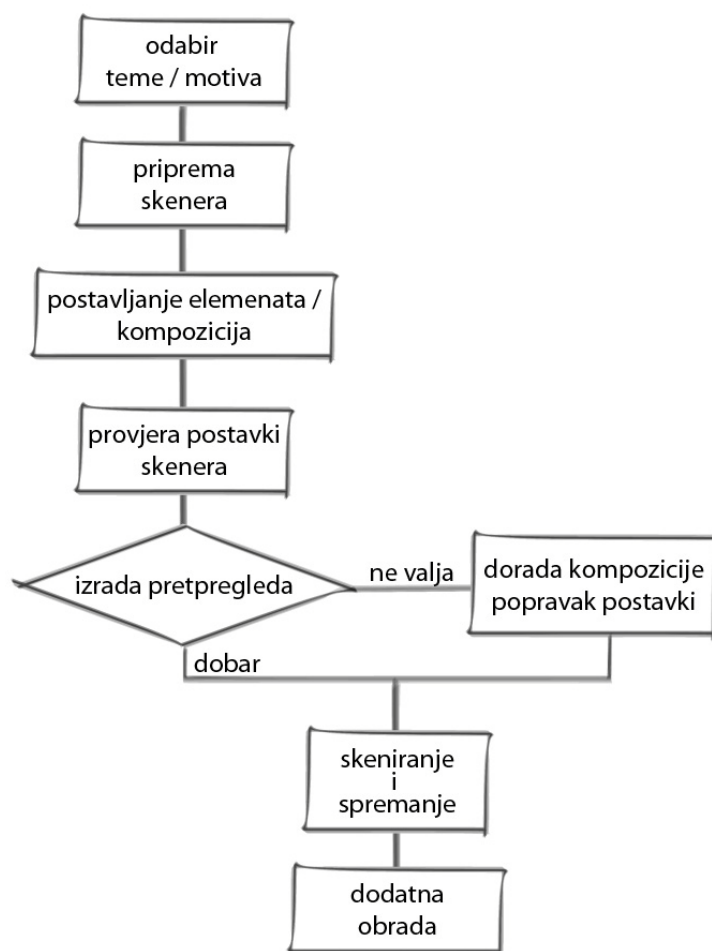
### 3. Eksperimentalni dio

#### 3.1. Metodologija rada

Za potrebe istraživanja samostalno su izrađene skenografije, upotrebom dva stolna skenera različitih proizvođača. Oba skenera su plošnog all-in-one tipa, što znači da su i printer i skener spojeni u jednom uređaju. Ovakva konstrukcija skeneru daje mogućnost samostalnog rada, bez računala, kao fotokopirani stroj. Ovi uređaji odabrani su zbog svoje pristupačnosti široj potrošačkoj skupini.

Kroz izrađene skenografije prikazuju se razne teme i motivi, te tehnike izrade skenografija. Daju se smjernice za izradu skenografije, savjeti za zaštitu samog uređaja prilikom skeniranja specifičnih objekata, kao i rješenja problema koji se mogu pojaviti prilikom skeniranja.

#### 3.2. Tok rada



### 3.3. Korišteni uređaji i programi

#### 3.3.1. hp psc 1215 all-in-one



Područje skena	A4 format / najviše US Letter	
Brzina izrade pretpregleda	~ 28 sekundi	
Brzina skeniranja		
	crno A4	/
	boja A4	/
Tip senzora	CIS	
Rezolucija skeniranja	600 x 2400 dpi 600 dpi optička, do 19200 dpi interpolirana	
Godina proizvodnje	2004.	

Budući da je ovo stariji uređaj, CD sa pripadajućim programom, sučeljem za jednostavnije korištenje i upravljanje skenerom, su zagubljeni. Zbog toga je uređaj korišten putem Windows 7 sučelja za skenere i putem IrvanView aplikacije za pregledavanje slika koja ima mogućnost importiranja slika putem skenera. Navedeni programi nemaju toliko mogućnosti kao originalno sučelje predviđeno za određeni uređaj, ali omogućuju nam da koristimo bilo koji skener.

Ovaj skener skeniranje vrši u prolazu odjednom. Skeniranje se produžuje kada se poveća rezolucija (npr. 600 dpi) i tada se skenira u više intervala.

### 3.3.2. Epson Stylus SX130



Područje skena	A4 format / najviše US Letter	
Brzina izrade pretpregleda	~ 12 sekundi	
Brzina skeniranja		
	crno A4	300dpi 4 msec/line, 600dpi 5 msec/line
	boja A4	300dpi 12 msec/line, 600dpi 15 msec/line
Tip senzora	CIS	
Rezolucija skeniranja	600 x 1200dpi interpolirana 4800 dpi	
Godina proizvodnje	2012.	

Uz Epson Stylus SX 130 dobiven je CD s pripadajućim pokretačkim programom i programima za lakše korištenje uređaja. Svi primjeri izrađivani pomoću ovog uređaja izrađeni su putem pripadajućeg programa. Osim osnovnih opcija skeniranja program nudi i mnoge druge poput korekcije boje, uklanjanja nečistoća, popravka pozadinskog osvjetljenja i nekih drugih opcija koje možemo, ali ne moramo koristiti. U nekim slučajevima je realnija fotografija dobivena bez korištenja ikakvih korekcija.

Ovaj skener skeniranje vrši u više intervala čija dužina ovisi o podešenoj rezoluciji, čim je veća rezolucija više je intervala i samo skeniranje duže traje. Jedino skeniranje sive skale i crno-bijelo obavlja se u prolazu odjednom.[24]

### 3.3.3. Korišteni programi

Osim navedenih programa, sučelja, za upravljanje skenerima, korišteni su i IrfanView, za jednostavne manipulacije poput obrezivanja slike i smanjivanja veličine komprimiranjem i Photoshop CS 5 za naprednije manipulacije, poput čišćenja nečistoća i naknadne obrade, stapanja više slika u jednu.

### **3.4. Istraživanje**

Kako bi se prikazale mogućnosti koje nudi skenografija u nastavku su kroz nekoliko motiva priložene samostalno izrađene skenografije sa pripadajućim specifikacijama i opisom izrade.

Odabrani motivi su tekstura, apstrakcija, ilustracija, portret/autoportret, pokret, kolaž, flora. Sve su to motivi koji su dobro poznati svakome tko se bavi fotografijom. Uz neke fotografije priložena je i uvećana fotografija čiji cilj je prikazati koliko detalja možemo dobiti skeniranjem.

Cilj ovog istraživanja nije pokazati da je skenografija bolja od fotografije, ili obratno, već pokazati kako je i skenerom moguće napraviti zanimljivu i kvalitetnu fotografiju.

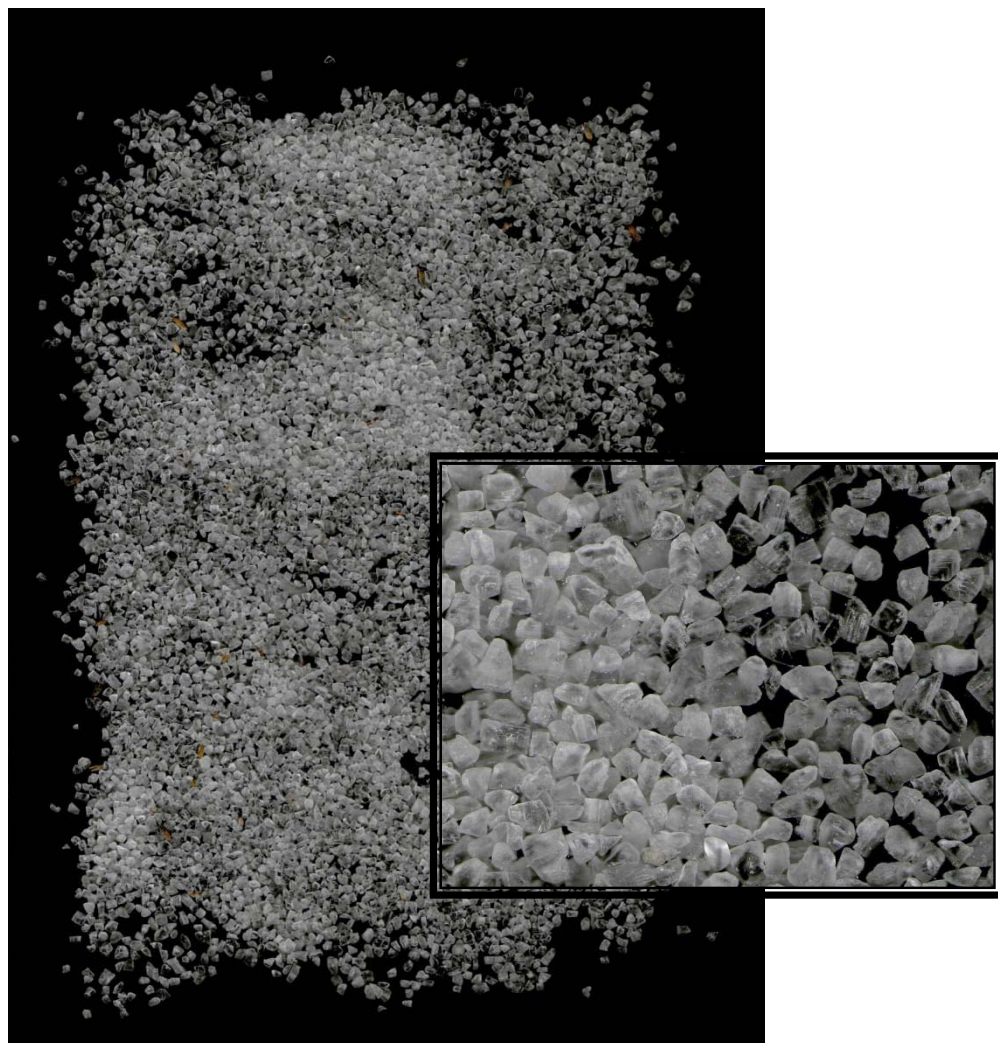
Ovdje je prikazan samo dio izrađenih fotografija. Ostale je moguće pogledati na priloženom cd-u ili u web galeriji <http://ajna357.deviantart.com/gallery/37318365>



### 3.4.1. Tekstura



Naziv rada	Tekstura 1
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	9.5.2012. / 22:03:17
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac u mraku
Rezolucija	300 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	2550 x 3509 Pixels (8.95 MPixels)
Veličina na disku	1,68 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	ne
Napomena	Folija za zamatanje hrane postavljena je na skener kao zaštita od nečistoća i oštećenja prilikom skeniranja raznih objekata. Sama folija kada je nasumično postavljena daje zanimljivu teksturu i sama po sebi može biti izvrstan alat i motiv za izradu zanimljivih fotografija.



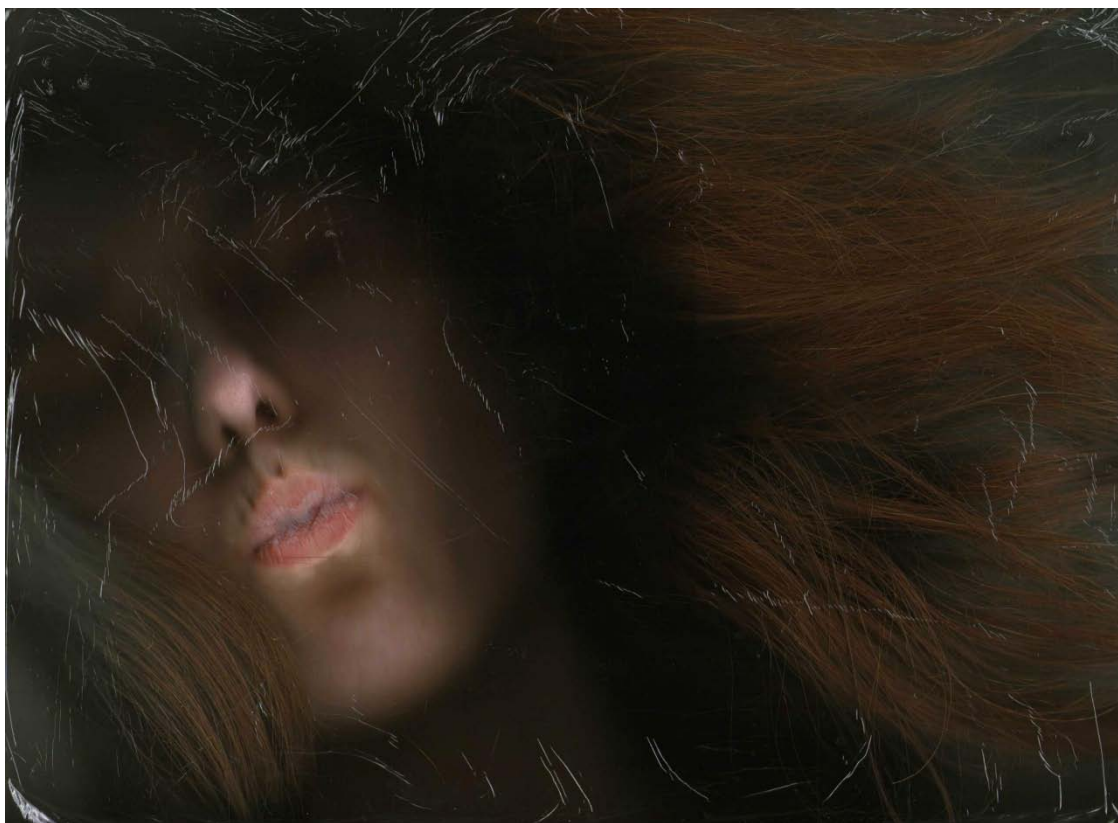
Naziv rada	Sol za kupanje
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	28.5.2012. / 19:52:16
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac u mraku
Rezolucija	600 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	5100 x 7019 Pixels (35.80 MPixels)
Veličina na disku	2,95 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	odstranjena je prašina na tamnom dijelu fotografije
Napomena	Za zaštitu skenera postavljena je prozirna folija koja ne utječe na krajnji rezultat.

### 3.4.2. Apstrakcija



Naziv rada	Apstrakcija 1
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	13.03.2012. / 11:16:05
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	zatvoren poklopac
Rezolucija	300 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	2550 x 3509 Pixels (8.95 MPixels)
Veličina na disku	399 KB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	ne
Napomena	Folije u boji postavljene su na skener i pritisnute poklopcem skenera. Preklapanjem folija dobile su se nove boje.

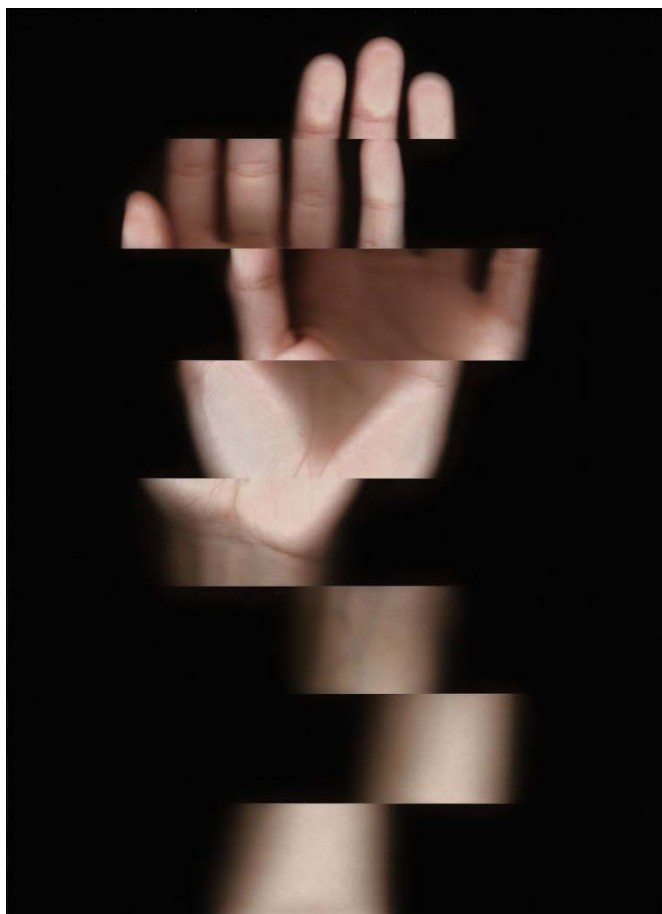
### 3.4.3. Portret, autoportret



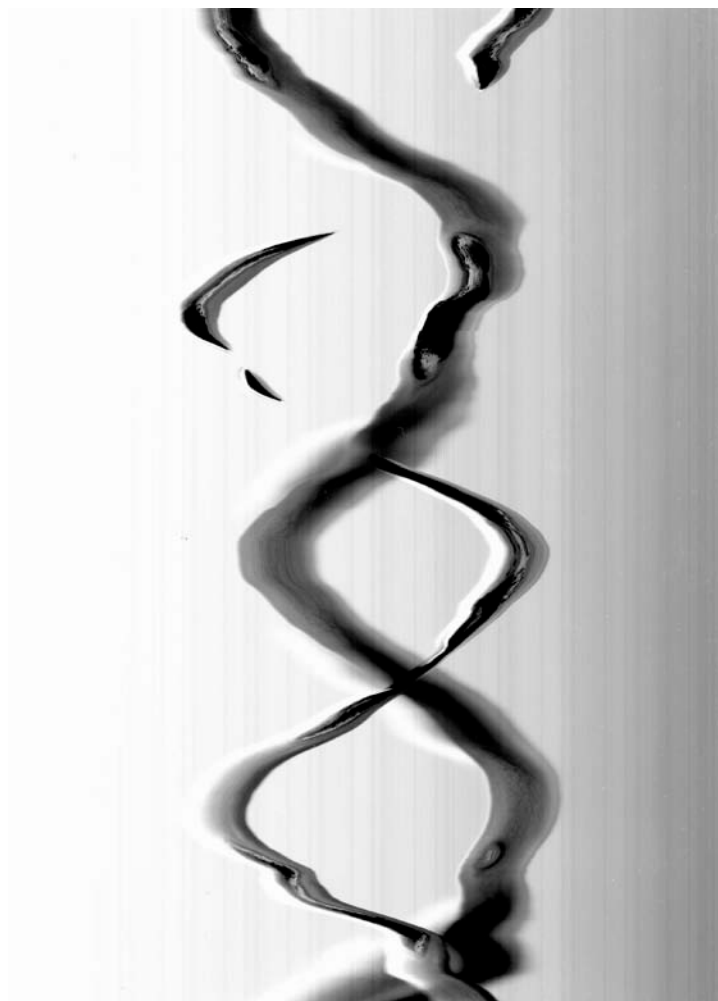
Naziv rada	„Selfscan“
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130 / hp psc 1215 all-in-one
Datum i vrijeme skeniranja	9.5.2012. / 19:49:50
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac
Rezolucija	300 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	3509 x 2550 Pixels (8.95 MPixels)
Veličina na disku	399 KB (nakon obrade)
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	povećan kontrast
Napomena	<p>Fotografija je izrađena postavljanjem samoprianjajuće folije za zamatanje hrane na površinu skenera, kako bi se dobio efekt napuklog stakla. Kosa je nasumično pala preko lica prislonjenog usnama na staklo skenera.</p> <p>Skeniranje osoba teško je izvesti jer je potrebno da model bude miran čak i preko dvije minute (veća rezolucija, duže treba skenirati), bilo kakav pomak biti će vidljiv kao rez ili kao razvučeni element na slici.</p>



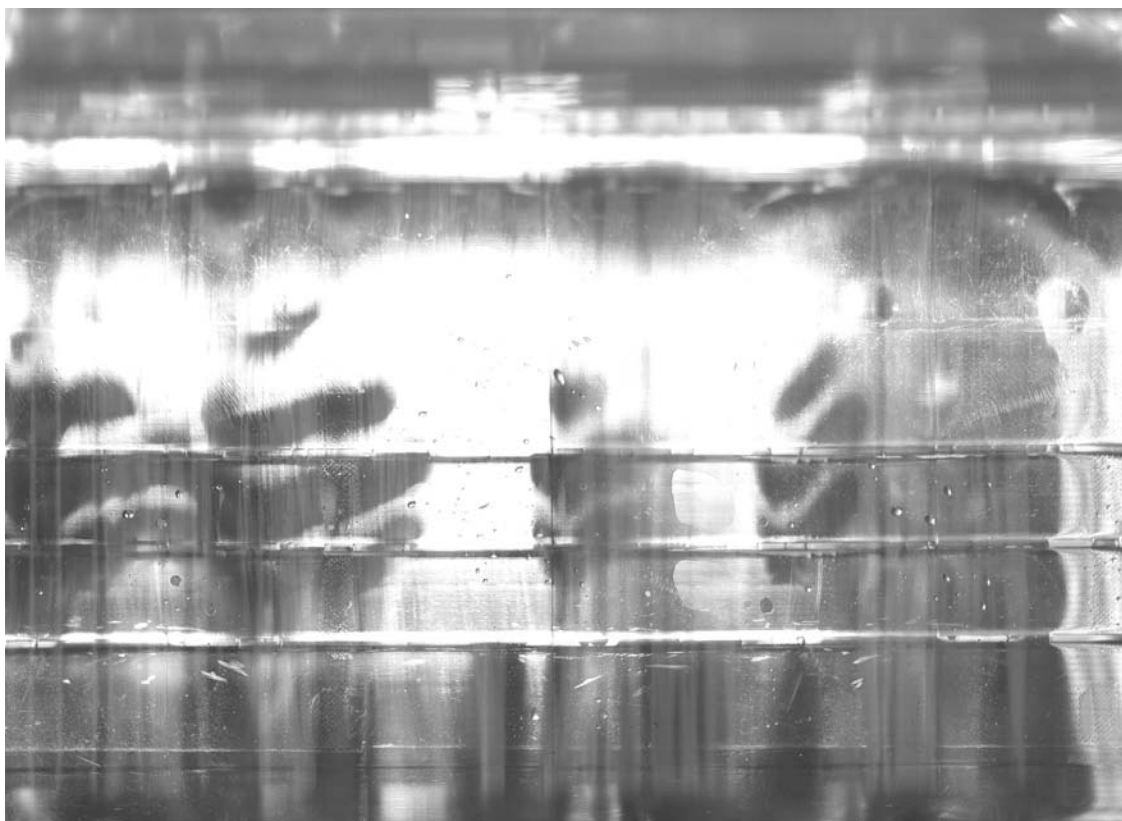
### 3.4.4. Pokret



Naziv rada	Dekonstrukcija
Korišteni uređaj	hp psc 1215 all-in-one
Datum i vrijeme skeniranja	22.5.2012. / 23:18:01
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac u mraku
Rezolucija	600 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	5100 x 7014 Pixels (35,77 MPixels)
Veličina na disku	3,05 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	očišćena je pozadina i povećan kontrast
Napomena	Ova fotografija izrađena je hp uređajem koji prilikom skeniranja u boji na 600 dpi skenira u 8 intervala. To je omogućilo izradu ovakvog efekta bez naknadne obrade u nekom od programa za obradu slika. Nakon svakog intervala ruka je pomaknuta u stranu.

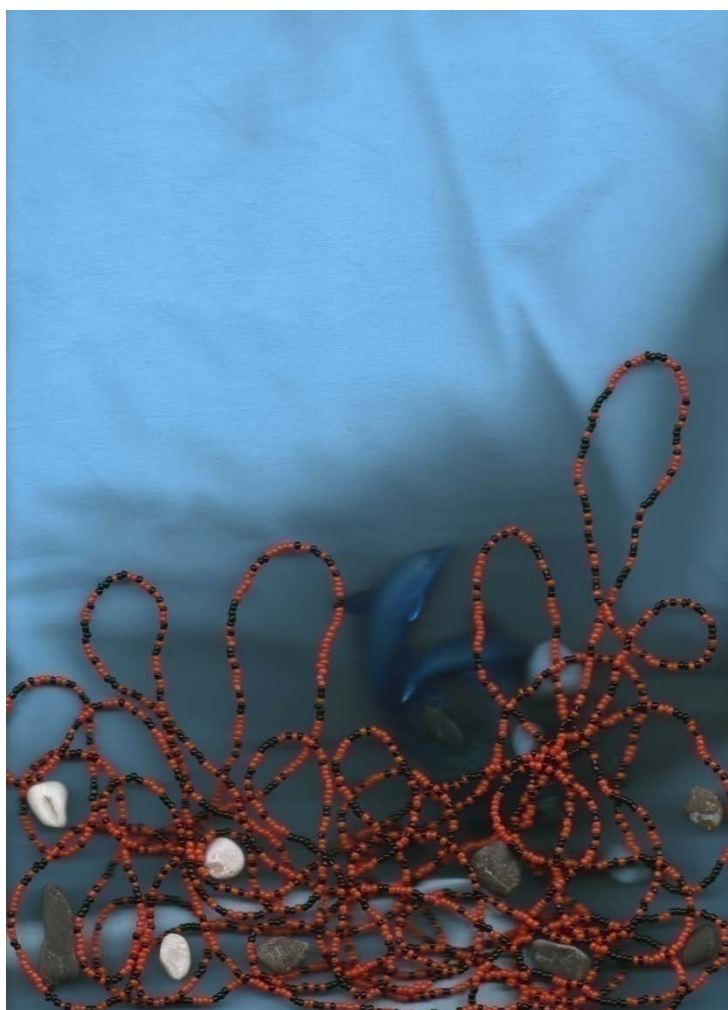


Naziv rada	DNA
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	29.5.2012. / 17:03:20
Postavke skeniranja	gray
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac
Rezolucija	300 dpi
Dubina bita	8
Dimenzije	2450 x 3420 Pixels (8.38 MPixels)
Veličina na disku	292 KB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	obrezano
Napomena	Skeniranje u sivom modu odabrano je jer tada glava skenera bez zastoja prolazi cijelom površinom. Prsti su pomicali izmjenjivanjem zajedno s glavnom skenera. Krajnji rezultat je zapravo nepoznat do samog kraja skeniranja.



Naziv rada	Tri linije
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	30.5.2012. / 19:16:10
Postavke skeniranja	gray
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac
Rezolucija	300 dpi
Dubina bita	8
Dimenzije	3509 x 2550 Pixels (8.95 MPixels)
Veličina na disku	747 KB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	ne
Napomena	Plastična boca s malo vode je pomicala paralelno s glavom skenera.

### 3.4.5. Ilustrativna skenografija



Naziv rada

Koraljni greben

Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	23.5.2012. / 17:18:23
Postavke skeniranja	color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac, prekriveno tkaninom
Rezolucija	600 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	5100 x 7019 Pixels (35.80 MPixels)
Veličina na disku	1,41 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	ne
Napomena	Ova fotografija izrađena je slaganjem nekoliko slojeva elemenata. Prvi su kamenčići i tri lančića, preko toga je postavljena plava prozirna folija. Na foliju je postavljeno još par kamenčića i figurica dva dupina. Sve je prekriveno bijelom plahtom kako ne bi došlo do pojave scan linija.



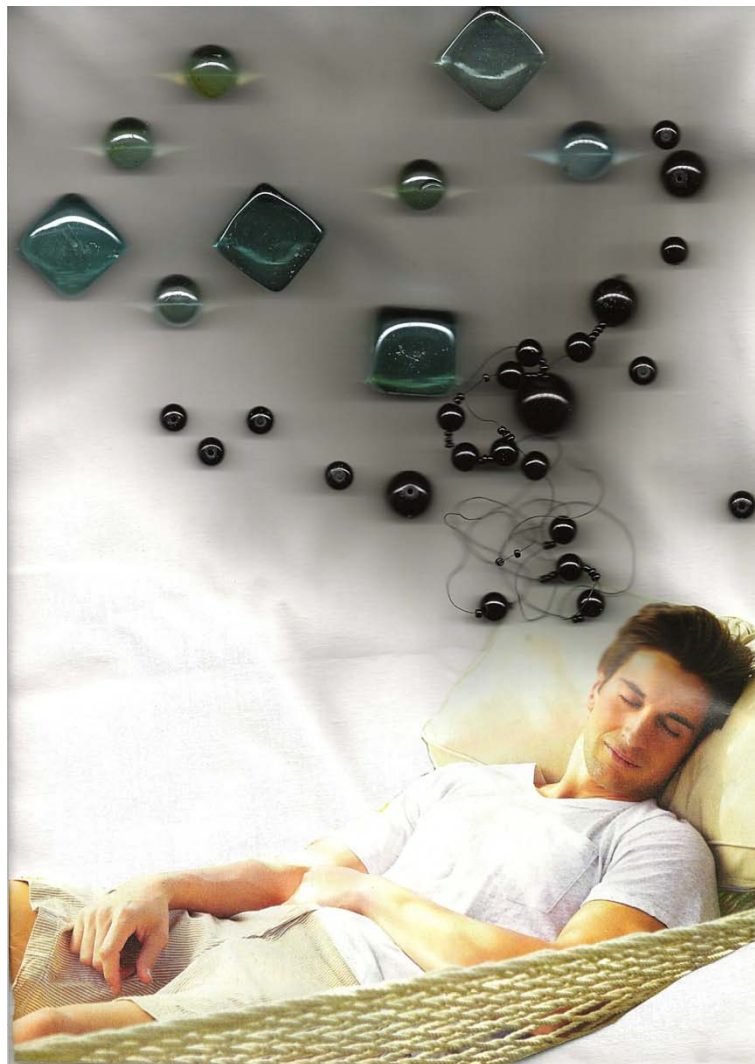


Naziv rada	Frizura
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	17.5.2012. / 22:56:00
Postavke skeniranja	color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac u mraku
Rezolucija	300 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	2550 x 2876 Pixels (7.33 MPixels)
Veličina na disku	0,98 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	obrezana da se ukloni nepoželjan dio, povećan kontrast, očišćena pozadina



Naziv rada	Pišem ti pismo
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	29.5.2012. / 11:59:26
Postavke skeniranja	Color uključen Color Restoration filter
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac u mraku
Rezolucija	600 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	5100 x 7019 Pixels (35.80 MPixels)
Veličina na disku	1,59 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	ne
Napomena	Elementi su postavljeni na skener i budući da je skenirano tokom dana, sve je prekriveno kutijom kako bi se dobila crna pozadina.

### 3.4.6. Kolaž



Naziv rada	Lijep san ili noćna mora?
Korišteni uređaj	hp psc 1215 all-in-one
Datum i vrijeme skeniranja	28.5.2012. / 14:48:46
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac, prekriveno tkaninom
Rezolucija	600 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	4993 x 6985 Pixels (34.88 MPixels)
Veličina na disku	1,19 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	povećan kontrast



Naziv rada	Kolaž bez ljepila
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	29.5.2012. / 11:42:30
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	zatvoren poklopac
Rezolucija	600 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	5100 x 7019 Pixels (35.80 MPixels)
Veličina na disku	4,78 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	ne
Napomena	Kako je već navedeno pretečom skenografije možemo smatrati „copy-art“. Budući da su „Copy-art“ umjetnici najčešće izrađivali kolaže, bilo je prikladno priložiti rad izrađen tom tehnikom.





Naziv rada	Dvije ruže
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum skeniranja	28.5.2012.
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	djelomično zatvoren poklopac / otvoren poklopac
Rezolucija	600 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	9758 x 6147 Pixels (59.98 MPixels)
Veličina na disku	2,86 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	desna fotografija – očišćena pozadina, zrcaljenje skenovi spojeni u jedan dokument
Napomena	Površina skenera je zaštićena prozirnom folijom za umatanje hrane, elementi su postavljeni tako da nalikuju kaleidoskopnom obliku. Prva fotografija ima djelomično zatvoren poklopac, zbog trodimenzionalnih latica u sredini, zbog toga je i došlo do pojave sjena. Za drugu sliku je skener prekriven kutijom, kako bi se dobila crna pozadina. Naknadno je slika s crnom pozadinom zrcaljena i obje slike su spojene u Photoshopu, kako bi se dobila cjelina.

### 3.4.7. Flora



Naziv rada	Pelargonija
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	24.5.2012. / 16:29:36
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac, prekriveno kutijom
Rezolucija	600 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	2979 x 2414 Pixels (7.19 MPixels)
Veličina na disku	968 KB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	čišćenje nečistoća



Naziv rada	Bazga
Korišteni uređaj	Epson Stylus SX130
Datum i vrijeme skeniranja	9.5.2012. / 18:58:12
Postavke skeniranja	Color
Uvjeti skeniranja	otvoren poklopac, prekriveno kutijom
Rezolucija	300 dpi
Dubina bita	24
Dimenzije	2550 x 3509 Pixels (8.95 MPixels)
Veličina na disku	1,08 MB
Vrsta zapisa	JPEG
Dodatna obrada	povećan kontrast
Napomena	Površina skenera zbog peluda koji pada sa cvijeta, zaštićena je folijom čime se istovremeno dobio zanimljiv efekt popucalog stakla ili paučine. Cvijet je lagano položen na skener, kako ne bi bio spljošten. Sve je prekriveno kutijom da se dobije crna pozadina.

## 4. Zaključak

Cilj ovog rada bio je prikazati kako se običnim stolnim skenerom mogu načiniti kvalitetne i kreativne umjetničke fotografije. Raširenost plošnih skenera omogućuje svakome da se okuša u izradi skenografije, fotografije snimljene pomoću skenera.

Iskorištavanjem prednosti i nedostataka skenera, kao što su vrlo mala dubinska oštrina, nepromjenjivi izvor svjetla, ograničena radna površina, ali i vrlo velika rezolucija, dobivene su fotografije jedinstvenih efekata koje ne bi bilo moguće snimiti klasičnim i digitalnim fotoaparatima.

Unatoč očekivanjima, jedini problem koji se pojavljivao tokom izrade skenografija bile su skener linije nastale prilikom skeniranja s otvorenim poklopcem. Zahvaljujući razvoju tehnologije, samih uređaja, ali i pokretačkih programa skenera, ostali problemi koji su nekada bili često prisutni, poput moiréa, sa novijim uređajima gotovo se ne pojavljuju.

Kroz istraživanje prikazane su skenografije izrađene prema raznim temama. Teme koje su česte u fotografiji ovdje su upotrijebljene kako bi se prikazala konkurentnost i posebnost skenografije spram fotografije.

Skeneri će se nesumnjivo, kao i fotoaparati, i dalje razvijati. Skenografija je zasada još uvijek relativno nepoznata, uglavnom je ona samo usputni, slučajni rezultat eksperimentiranja pojedinaca. To će se u budućnosti sigurno promijeniti i skenografija bi mogla stati uz bok fotografiji.



## 5. Literatura

1. Željko Panian (2005.) *Informatički enciklopedijski rječnik*, Europapress holding, Zagreb
2. *Computer Development at the National Bureau of Standards*; dostupno na: [www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub\\_id=821233](http://www.nist.gov/manuscript-publication-search.cfm?pub_id=821233) , 15.06.2012.
3. Hrvoje Stančić (2009.) *Digitalizacija*, Zavod za informacijske studije, Zagreb
4. Tom Ang (2003.) *Digitalna fotografija: priručnik*, Znanje, Zagreb
5. *The Art of Scanning*, dostupno na: [http://digitalcommons.unl.edu/ir\\_information/67/](http://digitalcommons.unl.edu/ir_information/67/) , 22.05.2012.
6. Sascha Steinhoff (2011.) *The VueScan Bible*
7. *Skener i skeniranje*, dostupno na: <http://racunala.ttf.unizg.hr/> Upute→ Savjeti, 27.02.2012.
8. Algebra učilište, grupa autora (2008.) *Digitalna fotografija i osnove obrade: Adobe Photoshop*, Algebra d.o.o., Zagreb
9. <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/scanography> , 30.05.2012.
10. „Scanner as camera“ opens at Staniar gallery, dostupno na: <http://www.wlu.edu/x26229.xml> , 22.03.2012.
11. „One cool picture after another“, dostupno na: <http://waycoolpics.blogspot.com/2007/09/scanner-art.html> , 13.03.2012.
12. <http://people.rit.edu/andpph/text-slit-scan.html> , 16.06.2012.
13. <http://www.petapixel.com/2011/04/22/slit-scan-camera-app-for-the-iphone/> , 16.06.2012.
14. Helmut Kipphan (2001.) *The Handbook of Print Media*, Springer, Heidelberg, Germany
15. Langford & Andrews (2007.) *Langford's Starting Photography, fifth edition*, Focal Press
16. <http://scannography.org/> , 27.02.2012.
17. <http://www.photogalaxy.com/articles/scanner.php> , 27.02.2012.
18. <http://web.archive.org/web/20080319095808/http://www.artfocus.com/copyart.htm> , 27.02.2012.
19. <http://computer.howstuffworks.com/scanner.htm> , 27.02.2012.
20. <http://www.macro-photography-for-all.com/flatbed-scanner-photography.html> , 14.03.2012.
21. <http://sandraddodd.com/scannerart> , 10.04.2012.
22. <http://flatbed-scanner-review.toptenreviews.com/scanography.html> , 10.04.2012.
23. <http://www.photopoly.net/scanography-make-photographs-without-using-a-camera/> , 10.04.2012.
24. Epson Stylus SX130 specifikacija, <http://www.epson.co.uk/Store/Printers-and-All-in-Ones/Epson-Stylus-SX130/Tech-Specs> , 3.04.2012.
25. *CCD or CIS: The Technology Decision* , dostupno na: <http://www.imageaccess.de/index.php?lang=en&page=WhitePapersCCDOrcIS> , 8.05.2012.